



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Setelah memasuki era pasar bebas dan pembangunan yang pesat, maka bangsa Indonesia dihadapkan dengan situasi pembangunan yang besar agar mampu bersaing dengan negara lain di dunia, serta agar mampu menaikkan taraf hidup masyarakatnya. Setiap pembangunan yang dilakukan tentu tidak terlepas dari pembangunan industri dan industri yang akhir-akhir ini banyak didirikan adalah industri dalam bidang kimia. Diantara produk yang dihasilkan dari industri di bidang kimia adalah Aluminium Sulfat. Hal ini sangat begitu penting karena mampu mengurangi ketergantungan kita terhadap industri Luar Negeri serta mampu mengurangi pengeluaran yang dilakukan oleh negara.

Aluminium sulfat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ atau yang lebih dikenal dengan tawas merupakan salah satu bahan kimia yang diperlukan untuk pengolahan air di PDAM dan berbagai macam kegiatan industri antara lain industri kertas, industri cat, industri pengolahan kulit, industri makanan dan minuman. Aluminium sulfat mempunyai sejumlah nama trivial (nama lain yang tidak penting) meliputi alum, filter alum, atau paper make's alum. Menyebut aluminium sulfat alum adalah secara teknisnya tidak benar karena istilah alum didefinisikan sebagai garam ganda dengan rumus $[\text{M(I)}_2(\text{SO}_4)\text{M(III)}_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$, dimana $\text{N(I)} = \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{atau } \text{NH}^+$, dan $\text{M(III)} = \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{atau } \text{Cr}^{3+}$. Namun, penggunaan umum telah menyebabkan pemakaian istilah alum yang tidak tepat untuk menggambarkan hydrated aluminium sulfat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Larutan aluminium sulfat yang bersih dikonsentrasikan dengan cara perebusan dalam air, larutan terkonsentrasi ini didinginkan untuk menghasilkan hydrated aluminium sulfat tersebut. (Sumber: *The Top Fifty Indurtride Chemicals*).

Bahan baku yang digunakan untuk proses pembuatan aluminium sulfat tersedia dalam jumlah yang cukup besar didalam negeri seperti didaerah Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara serta Bangka belitung. Daerah Kalimantan selatan



terletak di Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kabupaten Tapin sebesar 2.433.550 juta ton (Desa Sungai Dua), kabupaten Banjar 9,6 juta ton, dan Kabupaten Balangan 988.000 ton. Sedangkan didaerah Kalimantan utara terletak di Kasongan sebesar 2.091.754,5 ton, Kabupaten Kotim (Pahirangan Mentaya) sebesar 2.438.000 ton, Barito Selatan sebesar 1.856.000 ton. (*Direktorat Pengembangan Potensi Daerah BKPM, 2010*)

1.2. Kapasitas Pabrik

Kebutuhan Kapasitas Pabrik dari Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat, ada beberapa pertimbangan mengenai pemilihan kapasitas produksi:

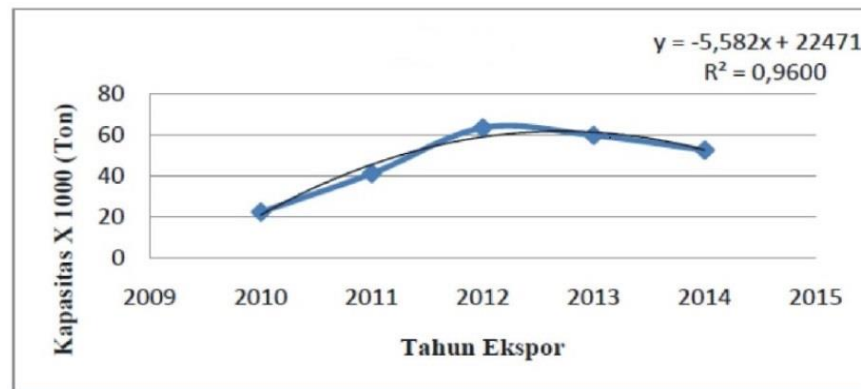
1. Jumlah ekspor, impor dan jumlah produksi Alumunium Sulfat di Indonesia.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik dalam waktu lima tahun terakhir dengan jumlah nilai ekspor mengalami peningkatan, meskipun mengalami penurunan pada tahun 2013 ke tahun 2014. Berikut ini data ekspor Alumunium Sulfat dalam waktu lima tahun terakhir.

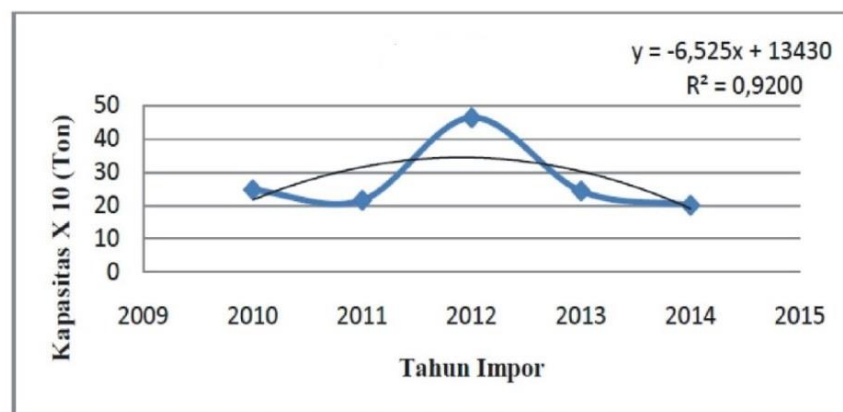
Tabel 1.1. Data Ekspor dan Impor Alumunium Sulfat

NO	TAHUN	JUMLAH EKSPOR (TON)	JUMLAH IMPOR (TON)
1	2010	22.335,000	247,188
2	2011	41.202,714	215,894
3	2012	63.537,782	463,082
4	2013	59.831,413	243,369
5	2014	52.644,028	200,823

Berikut ini adalah grafik hubungan antara Jumlah ekspor Alumunium Sulfat dengan tahun ekspor dan jumlah impor Alumunium Sulfat dengan tahun impor:



Gambar 1.1. Hubungan Alumunium Sulfat dengan Tahun Ekspor



Gambar 1.2. Impor Alumunium Sulfat dengan Tahun Impor

Dari grafik 1.2. Untuk grafik hubungan jumlah impr dengan tahun impor di dapat regresi dengan persamaan $Y = -6.525X + 13.430$

Dimana: Y = Jumlah perkiraan kapasitas Alumunium Sulfat

X = Tahun 2020 pada tahun ke 11

Maka : $Y = -6.525X + 13.430$

$Y = -6.525(11) + 13.430$

$Y = 13.318,18 \text{ ton/tahun}$

Pertimbangan selanjutnya yang digunakan untuk menentukan kapasitas Prarancangan pabrik Alumunium Sulfat adalah jumlah produksi pabrik Alumunium Sulfat yang berdiri di Indonesia dan di berbagai negara di dunia. Berikut ini adalah data pabrik dan kapasitas produksi Alumunium



Sulfat dari PT. Lautan Luas Tbk dan data pabrik dan kapasitas produksi Alumunium Sulfat dari berbagai negara :

Tabel 1.2. Kapasitas Produksi Pabrik Alumunium Sulfat di Indonesia

No	Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Dunia Kimia Utama	30.000
2	PT. Indonesia Acid Industri	44.600
3	PT. Liku Telaga	161.400
4	PT. Mahkota Indonesia	45.000
5	PT. Aktif Indonesia Indah	20.868

Tabel 1.3. Kapasitas Produksi Pabrik Alumunium Sulfat di Dunia

No	Negara	Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	Cina	Sanghai Yixin Chemical Co.,Ltd	1.000.000
2	Hongkong	Hongkong Vilia Chemical.Ltd	12.000
3	Malaysia	Yucheng Jinhe Industry Co.,Ltd	134.500
4	Bangladesh	Total Link Corporation	200.000

2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah Asam Sulfat dan Kaolin, bahan-bahan tersebut diperoleh dari beberapa pabrik, yaitu sebagai berikut :

- Asam Sulfat dapat diperoleh dari pabrik PT.Indonesian Acid Industri dengan kapasitas sebesar 82.500 ton/tahun
- Kaolin dapat diperoleh dari pabrik PT.Kaolin Dua Satu dengan kapasitas 26.000 ton/tahun.

Dari pertimbangan diatas serta melihat persediaan bahan baku yang ada untuk pembuatan Alumunium Sulfat, perkiraan kapasitas produksi Prarancangan Pabrik Alumunium Sulfat pada tahun 2020 adalah sebesar 25.000 ton/tahun.



1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Kedudukan suatu pabrik akan ditentukan oleh pemilihan lokasi pabrik itu sendiri yang akan menentukan kelangsungan dari produksi pabrik tersebut. Ada beberapa faktor yang harus diperlukan untuk menentukan lokasi pabrik, yaitu:

1. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik yang berdekatan dengan bahan baku akan mempermudah akses bahan baku menuju lokasi proses .

2. Daerah pemasaran

Lokasi pabrik harus berdekatan dengan konsumen atau dengan daerah pemasaran. Ini mempermudah produk untuk mudah dan cepat dipasarkan.

3. Tenaga Kerja

Pabrik haru didirikan dan ditempatkan didaerah yang memiliki jumlah tenaga kerja yang banyak dan mudah dipeoleh mulai dari pekerja kasar sampai ketingkat sarjana.

4. Transportasi

Dengan tersedianya transportasi yang memadai maka mempermudah distribusi dari produsen ke konsumen, letak pendirian pabrik dekat dengan jalan raya, kereta api, pelabuhan dan lapangan udara sehingga transportasi bahan baku, penyaluran dan karyawan pabrik tidak mengalami kesulitan.

5. Kebutuhan energi

Proses sebuah pabrik memerlukan air yang cukup besar untuk air pendingin, steam generator, dan air proses lainnya serta untuk kebutuhan sehari-hari bagi karyawannya, masyarakat sekitar pabrik. Karena itu lokasi pabrik harus berada di daerah sumber air yang kapasitasnya konstan, misalnya : air laut, sungai, danau dan sumber air.

Lokasi Pabrik Aluminium Sulfat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun di rencanakan didirikan di Karawang, Jawa Barat, berdasarkan pertimbangan sebagai berikut antara lain :



1. Bahan baku

Bahan baku pembuatan Aluminium Sulfat adalah Asam Sulfat dan Kaolin, lokasi pabrik Asam Sulfat tidak jauh dari lokasi pendirian pabrik Aluminium Sulfat, Asam Sulfat diperoleh dari PT. Indonesian Acids Industri yg berlokasi di Jakarta Timur, begitupun dengan lokasi pabrik Kaolin yaitu PT. Kaolin Dua Satu yg berlokasi di Jakarta Utara. Dengan pertimbangan tersebut diharapkan pasokan bahan baku ke lokasi pendirian pabrik dapat sampai dengan mudah.

2. Daerah Pemasaran

Salah satu faktor didirikannya pabrik Aluminium Sulfat di Purwakarta adalah lokasi pemasaran produk yg terjangkau, karena Karawang berbatasan dengan kota kota padat penduduk seperti, Purwakarta, Subang, Bandung, dan Bogor diharapkan pemasaran produk mudah di jangkau oleh konsumen.

3. Penyediaan Utilitas

Daerah Purwakarta adalah lokasi yg strategis untuk mendirikan pabrik terutama dalam hal utilitas, karena daerah ini dekat dengan sungai sungai yg memudahkan untuk keperluan utilitas pabrik salah satu sungai yg mempunyai debit besar yaitu sungai Citarum..

4. Tenaga Kerja

Lokasi pabrik yang dekat dengan kota padat penduduk, sehingga memudahkan dalam mendapatkan tenaga kerja, selain hal tersebut daerah Karawang terdapat pabrik-pabrik yang berdiri sehingga Karawang merupakan salah satu kotayang dijadikan tempat mencari kerja..

5. Sarana transportasi

Berdasarkan Badan Pemerintahan Daerah Karawang, Kabupaten Karawang beradapada titik-temu tiga koridor utama lalu-lintas yang sangat strategis, yaitu Karawang-Jakarta, Karawang-Bandung, Karawang - Cirebon. diantaranya Purwakarta, Bekasi, Tangerang, Jakarta dan Banten. Selain itu lokasi pabrik juga berdekatan dengan Pelabuhan Tanjung Priok dan pelabuhan udara halim perdana kusuma sehingga memudahkan dalam hal mengangkut bahan baku pendamping lainnya.



1.4. Tinjauan Pustaka

Aluminium Sulfat digunakan sebagai koagulan dalam air dan pengolahan air limbah, salah satunya pengolahan air pada proses industri pulp dan kertas. Aluminium Sulfat dapat menjernihkan air karena ketika Aluminium Sulfat ditambahkan dalam air maka muatan positif yg terdapat pada Aluminium Sulfat menyerap dan menetralkan muatan negatif dari air sehingga akan terbentuk koagulan koagulan yang dapat disaring dan menghasilkan air yg jernih dan dapat dimanfaatkan (Kirk & Othmer, 1997)

Pada awalnya alum dibuat dari bahan galian yang terdapat dalam tambang batu bara, bahan galian tersebut pada umumnya mengandung 16 sampai 23% Al_2O_3 . Setelah dihancurkan kemudian direaksikan dengan menggunakan air. Proses ini dilaksanakan sampai tahun 1961, kemudian ditutup karena tidak memadai (Mcketta, 1997).

Untuk memenuhi kebutuhan aluminium sulfat yang semakin meningkat, para industriawan dan para ilmuwan berlomba-lomba mencari bahan. Sumber bahan baku yang baru untuk proses pembuatan yang lebih efisien. Pada umumnya aluminium sulfat dibuat dari bauksit dan asam sulfat 60% pada titik normal larutan, disertai dengan pengadukan selama 10 jam, hanya dapat melarutkan 16% dari jumlah aluminium sulfat yang ada di dalam lempung.

Sumber sulfat yang mudah, seperti lumpur asam yang dibuang oleh pabrik penyulingan minyak bumi atau cairan lain yang mengandung sulfat, harus diteliti kemungkinannya untuk menghasilkan aluminium sulfat. Dengan menggunakan air kawah ijen untuk menebus bauksit, lebih dari 90% dalam cairan alam dapat dipungut sebagai aluminium sulfat.

1.4.1. Macam-Macam Proses

Dalam pembuatan Aluminium Sulfat dari Asam Sulfat dan Kaolin ada beberapa proses yg digunakan yaitu :

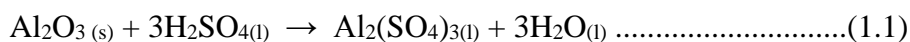
1. Kaolin dan Asam Sulfat

Menurut Udy (1965) pembuatan aluminium sulfat dengan cara ini dengan langkah melarutkan bahan yang mengandung Al_2O_3 dengan H_2SO_4 60% dalam reaktor yang dijalankan dengan temperature 90 °C dan



tekanan 1 atm selama 180 menit. Dalam kaolin terdapat bahan Fe_2O_3 yang dapat bereaksi dengan H_2SO_4 , kaolin dengan Fe_2O_3 rendah akan sangat menguntungkan dalam pembuatan aluminium sulfat karena produk yang dihasilkan semakin murni.

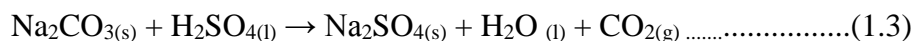
Reaksi asam sulfat dengan kaolin merupakan reaksi yang sangat dipengaruhi oleh suhu dan komposisi campuran bahan keduanya. Reaktor yang digunakan adalah reaktor CSTR/RATB dengan konversi sebesar 85%. Reaksi yang terjadi antara kaolin dan asam sulfat adalah sebagai berikut :



Selain reaksi di atas, di dalam reaktor terbentuk dua reaksi lainnya, yaitu reaksi pembentukan FeSO_4 dan reaksi pembentukan Na_2SO_4 kedua reaksi tersebut menghasilkan produk samping, berikut masing masing reaksi yang terbentuk pada reaktor :



Reaksi selanjutnya pembentukan Na_2SO_4 adalah sebagai berikut:



Setelah dari reaktor kemudian hasil reaksi dipisahkan dari padatnya. Hasil dari pemisahan proses sebelumnya dikurangi kadar airnya, kemudian filtrat dikristalkan menggunakan kristalizer sampai suhu 30°C , lalu kristal kristal aluminium sulfat dipisahkan dari cairannya. Selanjutnya dilakukan penguapan dengan menggunakan rotary drier. Setelah itu produk disimpan dalam gudang penyimpanan untuk selanjutnya di pasarkan.

2. Proses Guilini

Menurut Guilini (1939) dalam proses guilini menggunakan bahan baku Aluminium Hidroksida dan asam sulfat. Berikut reaksi aluminium hidroksida dan asam sulfat sehingga menghasilkan aluminium sulfat :



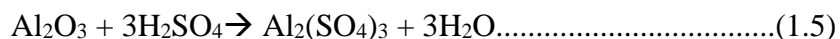
Aluminium sulfat dan asam sulfat diumpankan dalam reaktor dengan suhu operasi reaktor 170°C dan tekanan yg digunakan 5-6 atm. Kemudian hasil dari keluaran reaktor dipekatkan menggunakan evaporator, hasil dari



reaktor dipindahkan ke tangki vakum untuk didinginkan, kemudian dipindahkan lagi ke mixer pengaduk, ditambahkan aluminium sulfat 1-2% dengan tujuan memudahkan terbentuknya produk. Keluar dari mixer hasil dikristalkan dengan crystalizer, kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan didinginkan kemudian dilakukan pengepakan dan disimpan di silo penyimpanan.

3. Proses Basah (Sumber : Faith Keyes, 1957)

Bauksit dari silo penyimpan bahan baku diangkut dengan conveyor dan diumpankan ke dalam reaktor. Sementara asam sulfat (H_2SO_4) yang berasal dari tangki penyimpan dialirkan dengan pompa dan dipanaskan lewat pemanas untuk diumpankan ke dalam reaktor. Di dalam reaktor terjadi reaksi selama 15-20 jam.



Reaksi yang terjadi adalah eksotermis, sehingga mengeluarkan panas untuk kelangsungan reaksi dan sebagai pemanas digunakan steam. Produk yang keluar dari reaktor pada kondisi 105-110°C (1 atm) dipompa ke dalam tangki pencuci untuk dilarutkan dan dicuci dari impuritas yang terkandung di dalamnya seperti SiO_2 , Fe_2O_3 dan Abu. Impuritas yang berupa padatan dipisahkan di dalam thickener. Adapun asam sulfat sisa reaksi dinetralkan dengan BaS (Barium Sulfida) sehingga terjadi pengendapan larutan yang berasal dari thickener dimasukkan ke dalam evaporator untuk diuapkan. Dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dikristalkan di dalam alat pengkristal sehingga terbentuk $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang masih basah. Dari alat pengkristal yang $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terbentuk dikeringkan dengan alat pengering setelah melewati screw conveyor kemudian disimpan ke dalam silo penyimpanan setelah melewati alat pengangkutan dan elevator.

1.4.2. Pemilihan Proses

Dari proses proses di atas dipilih proses pembuatan aluminium sulfat dari asam sulfat dan kaolin dengan pertimbangan di bawah ini :



Tabel 1.4. Perbandingan Proses Pembuatan Alumunium Sulfat

No	Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1	Kaolin dan Asam Sulfat	1. Bahan baku di Indonesia cukup melimpah 2. Kemurnian produk yaitu 85 % 3. Kondisi Operasi dengan tekanan 1 atm dan suhu 90 °C	1. Proses Berjalan dengan eksotermis
2	Guilini	1. Konversi yang dihasilkan 80%	1. Kondisi operasi tinggi dengan tekanan 5-6 atm dan suhu 170 °C 2. Bahan baku sulit didapatkan
3	Proses Basah	1. Kondisi Operasi dengan tekanan 1 atm dan suhu antara 105 °C-110 °C	2. Proses didalam reaktor berjalan sangat lama antara 15-20 jam.

Meskipun paada proses pembuatan alumunium sulfat dari asam sufat dan kaolin prosesnya terjadi secara eksotermis maka dapat ditambahkan pendingin untuk meminimalkan suhu.

1.4.3. Kegunaan Produk

Aluminium sulfat merupakan kristal putih yg memiliki fungsi sebagai berikut, yaitu (Kirk and Othmer, 1998):

1. Sebagai kontrol pH pada pengolahan air
2. Sebagai isolasi atau penyekatan selulosa



3. Sebagai bahan pengendap pada proses buangan dan penanganan air minum
4. Sebagai zat kimia penyamak kulit, dalam hal ini kulit hewan yg digunakan sebagai produk siap pakai
5. Sebagai pelekats kertas yg digunakan pada industri pulp dan kertas

1.4.4. Sifat Fisis dan Kimia

Sifat Fisis dan Kimia Bahan baku

1. Kaolin

Menurut Perry (2008) kaolin memiliki sifat fisis dan sifat kimia sebagai berikut :

a. Sifat Fisis

- Rumus Kimia : Al_2O_3
- BM : 258,160 kg/kmol
- Titik Didih : 2.033,15K
- Titik Kritis : 5.335,00K
- Warna : Putih
- Bentuk : Solid
- Massa jenis : 2,2

b. Sifat Kimia

- Larut dalam air dingin, air panas, methanol, diethyl ether
- Mineral lempung yang mempunyai dua struktur atom dasar, yaitu Alumina Magnesia Octahedron dan Silica Tetrahedron

2. Asam sulfat

Menurut Perry (2008) asam sulfat memiliki sifat fisis dan sifat kimia sebagai berikut :

a. Sifat Fisis

- Rumus Kimia : H_2SO_4
- BM : 98,079 kg/kmol
- Titik Didih : 610,00 K
- Titik Kritis : 925,00 K



- Bentuk : Larutan
- Massa jenis : 1,96

b. Sifat Kimia

- Larut dalam air
- Terurai dalam alkohol 95%
- Reaksi hidrasi asam sulfat sangat eksotermik
- Asam Sulfat adalah zat pendehidrasi

Sifat Fisis dan Sifat Kimia Bahan Tambahan

Serbuk Besi (Fe)

Menurut Perry (2008) serbuk besi memiliki sifat fisis dan sifat kimia sebagai berikut :

a. Sifat Fisis

- Rumus Kimia : Fe
- BM : 55,845 kg/kmol
- Titik Didih : 3.134 K
- Warna : perak abu-abu
- Massa jenis : 4,36

b. Sifat Kimia

- Mudah teroksidasi di tempat lembab
- Mudah bereaksi dengan unsur-unsur non logam seperti sulfur, fosfor, boron, karbon dan silikon
- Mudah larut dalam asam encer
- Oksidanya bersifat amfoter yaitu oksida yang menunjukkan sifat-sifat asam sekaligus basa

Sifat Fisis dan Sifat Kimia Bahan Produk

Aluminium Sulfat

Menurut Perry (2008) aluminium sulfat memiliki sifat fisis dan sifat kimia sebagai berikut :

a. Sifat Fisis

- Rumus Kimia : $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



- BM : 342,150 kg/kmol
- Titik Leleh : 770 °C
- Bentuk : Padat
- Warna : Putih
- Massa jenis : 1,62

b. Sifat Kimia

- Dalam bentuk padat akan stabil di udara, dalam bentuk larutan akan korosif dengan udara
- Diatas suhu 770 °C akan terurai menjadi Al_2O_3 dan $\text{SO}_3(\text{g})$
- Mudah larut dalam air
- Tidak beracun
- Tidak berbau
- Bereaksi asam untuk lakmus
- Mengkristal menjadi oktahedral